

SHI 04-3020-1992

UDC. 621. 365



STANDAR INDUSTRI INDONESIA

**DEFINISI, SATUAN-SATUAN LAMBANG
DAN KELASIFIKASI PEMANAS AIR
TENAGA SURYA, BAGIAN 1 :**

SII. 2549 - 90

**REPUBLIK INDONESIA
DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN**

PENDAHULUAN

Standar Industri Indonesia Pemanas Air Tenaga surya Tipe Domestik disusun oleh Tim yang dalam penyusunan melalui rapat-rapat Teknis, rapat Prakonsensus dan Rapat konsensus nasional yang dihadiri oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Pembahasan-pembahasan dalam rapat teknis, rapat Pra Konsensus dan rapat Konsensus dihadiri oleh wakil-wakil dari instansi pemerintah dan swasta, seperti Direktorat Jenderal Aneka Industri Departemen Perindustrian, Direktorat Jenderal Listrik dan Energi Baru, Departemen Pertambangan dan Energi, Laboratorium Sumber Daya dan Energi BPPT, Pusat Standardisasi Industri, Produsen dan Konsumen, Sedangkan acuan yang digunakan adalah:

1. Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of solar Domestic Water Heating Systems -- ANSI/ASH RAE 95- 1981.
2. Solar Heating Systems for domestic hot Water, code of practice BS 5918 : 1980
3. Methods of testing to determine the thermal performance of unglazed flat plate liquid type solar collector ANSI/ASH RAE 96 - 1980

DEFINISI, SATUAN—SATUAN & LAMBANG, DAN KLASIFIKASI PEMANAS AIR TENAGA SURYA BAG. I

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi definisi, satuan & lambang dan klasifikasi sistem dari sistem pemanas air tenaga surya.

2. DEFINISI

- 2.1. Air potabel adalah air bersih dan dikonsumsi manusia.
- 2.2. Alat pengaman tekanan adalah peralatan pengaman untuk mengurangi kelebihan tekanan dalam tangki secara otomatis.
- 2.3. Asesori adalah perlengkapan yang harus ada pada sistem agar sistem dapat bekerja dengan baik dan aman.
- 2.4. Bahan bakar tambahan adalah bahan bakar yang digunakan oleh sumber termal tambahan.
- 2.5. Bidang efektif adalah bidang proyeksi pada atau di atas kolektor panas matahari di mana radiasi sinar surya dapat diterima.
- 2.6. Berkas irradiansi adalah irradians yang diterima dari sinar matahari tanpa perubahan arah yang berarti meskipun posisi matahari berubah.
- 2.7. Domestik adalah istilah yang digunakan untuk rumah tinggal dan bangunan komersial skala kecil.
- 2.8. Energi tambahan (lihat Sumber Termal Tambahan)
- 2.9. Energi surya adalah energi termal yang dihasilkan langsung dari sinar matahari, dengan berupa berkas dan radiasi difus (tidak termasuk metode tidak langsung seperti photo synthetis, angin dan sebagainya)
- 2.10. Fluida pemisah adalah fluida yang membawa energi dari dan ke peralatan penyimpan.
- 2.11. Fraksi penghemat energi adalah perbandingan energi yang digunakan oleh sistem pemanas air terhadap sistem pemanas air tenaga surya.
- 2.12. Fraksi surya adalah fraksi dari beban panas yang dipasok oleh energi surya.
- 2.13. Insolasi adalah radiasi surya yang datang pada kolektor.
- 2.14. Irradiansi rata-rata gabungan adalah radiasi matahari yang datang pada satuan luas permukaan selama periode tertentu dibagi oleh lama periode tersebut.
- 2.15. Irradiansi sesaat adalah kuantitas radiasi surya yang datang pada satuan luas permukaan dalam satuan waktu.
- 2.16. Kapasitas tangki adalah volume terukur dari fluida dalam tangki ketika penuh pada suhu ambien.

- 2.17. Ketelitian adalah kemampuan suatu instrumen untuk menyatakan kebenaran nilai pengukuran besaran.
- 2.18. Kolektor terpusat adalah pemanas matahari yang menggunakan reflektor lensa atau elemen optik lainnya untuk mengarahkan kembali dan mengumpulkan radiasi surya yang lewat melalui peralatan ke penyerapan yang luas permukaannya dapat lebih kecil dari luas bidang efektif.
- 2.19. Kolektor panas bidang datar adalah kolektor panas surya yang mempunyai permukaan penyerap datar.
- 2.20. Kolektor surya menjadi kolektor panas matahari (tenaga surya) adalah alat untuk menyerap radiasi yang datang dan merubahnya menjadi energi panas kemudian diteruskan ke fluida kerja.
- 2.21. Komponen adalah bagian-bagian sistem pemanas air tenaga surya.
- 2.22. Kemiringan adalah sudut antara bidang datar dari kolektor panas matahari dan bidang horizontal.
- 2.23. Kondisi siap adalah kondisi operasi dimana tidak ada perpindahan energi secara sengaja dari atau di tangki.
- 2.24. Konstanta waktu adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai perubahan keluaran sebesar 63,2% dari keluaran akhir, yang dihitung sejak terjadinya perubahan pada masukan.
- 2.25. Laju (lihat butir 2.26).
- 2.26. Laju keluaran air adalah laju air panas yang dialirkan keluar dari sistem pada waktu dan perioda tertentu.
- 2.27. Luas kolektor panas keseluruhan adalah proyeksi maksimum dari modul kolektor panas surya secara keseluruhan termasuk pipa cairan kerja.
- 2.28. Panjang ekuivalen adalah harga yang setara dengan panjang pipa atau saluran yang lurus pada penurunan tekanan yang sama dengan kejadian yang sebenarnya untuk laju aliran yang sama.
- 2.29. Pemanas siklus tertutup pengganti kolektor adalah pemanas yang dipasang untuk pengganti kolektor ketika pengujian sistem pemanas air tanpa radiasi surya tipe domestik dilakukan.
- 2.30. Pemanasan awal adalah pemanasan air yang dilakukan sebelum pemanasan oleh sumber termal tambahan.
- 2.31. Pengendali adalah alat untuk pengaturan sistem pemanas air atau komponen dalam kerja normal, manual atau otomatis.
- 2.32. Penukar panas adalah peralatan yang dirancang khusus untuk pemindahan panas antara dua fluida fisik yang terpisah. Penukar panas dapat mempunyai dinding satu atau ganda.
- 2.33. Perpindahan fluida adalah perpindahan udara, air atau fluida lain di antara komponen-komponen.
- 2.34. Piranometer adalah alat untuk mengukur irradiasi total permukaan. Irradiasi

total meliputi irradiansi difus dan irradiansi langsung. Piranometer yang dilengkapi dengan sabuk lingkaran digunakan untuk mengukur irradiansi difus.

- 2.35 Peralatan penyimpanan adalah tangki beserta/berikut semua isinya yang dipergunakan untuk menyimpan energi panas. Fluida kerja pemindah dan kelengkapannya seperti penukar panas, alat perubahan aliran, katup, dan bafles pemberi aliran dipasang pada penyimpanan panas adalah merupakan bagian-bagian penyimpanan panas.
- 2.36 Pirheliometer adalah alat untuk mengukur irradiansi langsung terhadap sinar matahari.
- 2.37 Presisi adalah kemampuan pengukuran dari persyaratan yang mendeteksi di antara pengukuran berulang dari besaran yang sama.
- 2.38. Radiasi surya adalah pancaran gelombang elektromagnetik radiasi energi yang berasal dari matahari.
- 2.39 Saluran sistem balik adalah sistem saluran dimana cairan kerja di dalam kolektor panas surya mengalir kembali ke penyimpanan, ketika tidak ada radiasi surya atau bila sirkulasi cairan kerja tidak bekerja.
- 2.40 Simulator surya adalah sumber yang mensimulasikan energi radiasi surya.
- 2.41 Sistem adalah gabungan dari komponen-komponen yang saling berkaitan, saling tergantung, saling menentukan sehingga membentuk satu kesatuan yang terpadu sehingga mempunyai fungsi yang spesifik, misal: pemanas air.
- 2.42 Sistem saluran buang adalah sistem saluran dimana cairan kerja di dalam kolektor panas surya dibuang untuk maksud tertentu.
- 2.43 Sistem pemanas air tenaga surya adalah sistem pemanas yang masukannya adalah radiasi surya, air dingin, apabila ada dapat ditambahkan energi termal tambahan dana energi untuk pompa dan blower. Keluarannya adalah air panas dan kehilangan panas. Sistem tersebut paling tidak terdiri dari kolektor dan tangki penyimpanan, dan apabila diperlukan dapat dilengkapi dengan perpipaian, katup pengendalian, penukar panas, tangki cadangan, blower, katup pencampur, dan sumber termal tambahan.
- 2.44 Sudut datang adalah sudut antara jatuhnya sinar matahari dengan normal dari permukaan kolektor panas surya.
- 2.45 Suhu stagnasi
Suhu stagnasi adalah suhu maksimum yang dapat dicapai oleh kolektor surya pada kondisi tanpa aliran dan kondisi irradiansi dan suhu ambien maksimum.
- 2.46 Suhu udara ambien adalah suhu udara di sekeliling peralatan penyimpanan energi termal atau kolektor panas matahari yang diuji.
- 2.47 Sumber termal tambahan adalah suatu sumber energi termal selain energi surya biasanya dalam bentuk energi listrik atau energi termal yang dihasilkan dari pemanfaatan bahan bakar digunakan untuk melengkapi pemanas air.
- 2.48 Tekanan barometer standar adalah tekanan barometer pada $1,01 \times 10^5$ Pa pada 0°C .

- 2.49 Termopil adalah sejumlah kawat termokopel dalam hubungan seri atau paralel untuk mengukur perbedaan suhu yang kecil atau suhu rata-rata.
- 2.50 Udara ambien adalah udara yang berada di sekitar permukaan alat penyimpan energi termal atau kolektor panas surya.
- 2.51 Udara luar adalah mengacu pada udara luar, yaitu kondisi udara di luar gedung
- 2.52 Udara standar adalah udara yang mempunyai berat $1,2 \text{ kg/m}^3$ yang kira-kira sama dengan udara kering pada suhu sekitar $21,1^\circ \text{C}$ dan tekanan barometer $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- 2.53 Waktu surya adalah waktu yang ditentukan berdasarkan posisi matahari. Waktu puncak surya adalah waktu dimana matahari mencapai titik kulminasi pada tiap lokasi.

3. SATUAN DAN LAMBANG

Lambang yang ditetapkan untuk parameter umum dijelaskan pada Tabel I
Lambang yang ditetapkan untuk besaran radiasi dan yang berhubungan dengan sudut surya dijelaskan pada Tabel II. Besaran yang digunakan terbatas pada cara uji kolektor daya surya.

Lambang yang ditetapkan untuk parameter iklim dan meteorologi yang mungkin diterapkan pada cara uji kolektor panas matahari dapat dilihat pada Tabel III.

Lambang yang ditetapkan untuk menetapkan posisi dan orientasi dari kolektor panas matahari atau setiap permukaan datar dijelaskan pada Tabel IV.

4. KLASIFIKASI SISTEM

4.1. Klasifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan untuk Dikombinasikan dengan Sumber Energi Selain Energi Surya

4.1.1. Sistem tenaga surya dengan pemanas tambahan

Adalah sistem yang sekaligus memanfaatkan energi surya dan energi lainnya, dimana sumber energi lain dapat terpadu dengan tangki penyimpan sistem tenaga surya yang utama, ataupun melalui penukarpanas maupun pemanas air terpisah.

4.1.2. Sistem tenaga surya sebagai pemanasan awal

Adalah sistem yang menyediakan pemanasan awal dengan energi surya untuk pemanas air konvensional yang terpisah dan bukan merupakan bagian dari sistemnya.

4.1.3. Sistem tenaga surya tersendiri

Adalah suatu sistem yang menyediakan air yang dipanaskan oleh matahari langsung ke sistem pemipaan, tanpa menggunakan sumber energi selain energi surya, kecuali untuk transpor fluida serta fungsi pengendalian/kontrol.

4.2. Klasifikasi Sistem Berdasarkan Hubungan Antara Kolektor Surya dan Penyimpan.

4.2.1. Sistem kolektor dan Penyimpan terpadu

Adalah sistem dimana penyimpanan juga berada pada kolektor dan diarahkan langsung pada radiasi matahari.

4.2.2. Sistem kolektor dan penyimpanan terpisah**4.2.2.1 Sistem termosifon**

Adalah sistem yang memanfaatkan perubahan masa jenis fluida karena beda temperatur, untuk mensirkulasikan fluida antara kolektor dan penyimpanan.

4.2.2.2. Sistem sirkulasi paksa

Adalah sistem yang memanfaatkan perangkat mekanis untuk mensirkulasikan fluida melalui kolektor.

4.2.2.2.1. Sistem sirkulasi paksa langsung

Adalah sistem dimana air yang digunakan disirkulasikan melalui kolektor dan tangki penyimpanan.

4.2.2.2.2. Sistem sirkulasi paksa tak langsung

Adalah sistem yang memisahkan fluida di kolektor dengan air pada penyimpanan.

Tabel I
Penetapan Tata Nama Umum

Nama	Lambang	Satuan
Daya serap	α	—
Mass udara (Air mass)	M	—
Luasan	A	m^2
Konduktivitas	k	$W m^{-1} K^{-1}$
Berat jenis	ρ	$kg m^{-3}$
Efisiensi	n	—
Daya listrik	P	W
Emitans (emittance)	ϵ	—
Energi	Q	J
Koefisien perpindahan panas keseluruhan (overall transfer coefficient)	U	$W m^{-2} K^{-1}$
Koefisien perpindahan panas permukaan (surface heat transfer coefficient)	h	$W m^{-2} K^{-1}$
Massa	m	kg
Laju alir masa (mass flowrate)	m	$kg s^{-1}$
Tekanan	P	Pa
Reflektans (reflectance)	P	—
Kapasitas panas spesifik	C	$J kg^{-1} K^{-1}$
Konstanta S. Boltzmann	σ	$W m^{-2} K^{-2}$
Suhu	T	K atau $^{\circ}C$
Beda suhu	ΔT	K
Kapasitas termal	C	$J K^{-1}$
Daya termal	Q	W
Kuat pancar	τ	—
Panjang gelombang	λ	m

Tabel II
 Penetapan Tata Nama Untuk Besaran Radiasi
 dan yang berhubungan dengan Sudut Surya

N a m a	Lambang		Satuan
Iradians total	$G_{T, \lambda}$	—	$W m^{-2}$
Iradians, gelombang panjang	G_L	—	$W m^{-2}$
Iradians gelombang pendek dan surya	G	—	$W m^{-2}$
Iradiasi total	H_T	—	$J m^{-2}$
Iradiasi, gelombang panjang	H_L	—	$J m^{-2}$
Iradiasi, gelombang pendek dan surya	H	—	$J m^{-2}$
Energi radian	Q	—	J
Fluks radian	Φ	—	W
Intensitas radian	I	—	$W sr^{-1}$
Sudut ketinggian surya	γ	lihat defi nisi	derajat
Sudut azimuth surya	α	(arah jarum jam dari utara)	"
Deklinasi surya	δ	Posisi utara (0 sampai 360°)	"
Sudut waktu surya (solar hour angle)	ω	dari waktu pun- cak matahari	"
Sudut - insiden	θ		"
Sudut pantul	θ_r	—	"
Sudut bias	θ_R		

Tabel III
Penetapan Tata Nama untuk
Parameter Meteorologi

N a m a	Lambang	Satuan
Kelembaban absolut	x	—
Kelembaban relatif	ϕ	%
Suhu, kering	T	K atau $^{\circ}\text{C}$
Suhu, basah	T^i	K atau $^{\circ}\text{C}$
Suhu, titik embun	T_D	K atau $^{\circ}\text{C}$
Tekanan uap	e	Pa
kecepatan angin	u	ms^{-1}
Kecepatan udara sekitar	u_s	ms^{-1}

Tabel IV
Penetapan Tata Nama untuk Arah
dan Kemiringan Permukaan

N a m a	Lambang	Satuan
Ketinggian	H	m
azimuth	α_p	derajat
Garis lintang (latitude)	ϕ	derajat
Garis bujur (longitude)	λ	derajat
Kemiringan dari garis mata hari	β	derajat

3.2. PENETAPAN SUBSCRIPTS

Besaran	Subscript
Plat penyerap	p
Ambien	a
Apertur	a
Atmosfir	A
Berkas (langsung)	b
Benda hitam (black body)	b
Konvektif	c
Difus	d
fluida	f
Bumi	G
Gros	g
Horizontal	h
Saluran masuk	i
Gelombang panjang (termal)	L
Kehilangan (rugi - rugi)	l
Rata-rata (mean)	m
Penukaran netto	X
Normal	n
Saluran keluar	e
Terpantul (reflected)	r
Gelombang pendek (surya)	—
Spektral	λ
Total	T
Berguna	U

3.3. TATA NAMA YANG DIGUNAKAN PADA STANDAR INI

Lambang	Arti	Satuan
1	2	3
a_0, a_1, a_2	Konstanta Aljabar	—
A_a	Luasan apertur kolektor	m^2
A_g	Luasan keseluruhan kolektor	m^2
A_p	Luasan plat penyerap kolektor	m^2
c_f	Kapasitas panas spesifik dari fluida pemindahan panas	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$
C	Kapasitas termal efektif dari kolektor	$J\ K^{-1}$
C_T	Kapasitas termal efektif dari lup total kolektor	$J\ K^{-1}$
D	Tanggal	hr/bln/thn
E	Tegangan keluaran	Volt
e	Galat tetapan kurva	—
G	Radians surya dan gelombang pendek	$W\ m^{-2}$
G_d	Difus iradian surya	$W\ m^{-2}$
LT	Waktu setempat	jam
$K(e)$	Pengubah sudut datang	—
m	Aliran mass dari fluida perpindahan panas	$kg\ s^{-1}$
N	Jumlah titik data	—
P	Pemanas fluida daya masukan	W
Q_1	Rugi-rugi daya kolektor	W
Q_T	Total pengumpulan kolektor	W
Q_u	Daya terpakai dari kolektor	W
R_o	Pengukur panas, tahanan 275 K	Ω
R_T	Pengukur panas pada suhu T	Ω'
t	Waktu	detik
T	Suhu absolut	K atau $^{\circ}C$
T_a	Suhu udara sekitar atau ambien	K atau $^{\circ}C$
T_e	Suhu saluran keluar kolektor	K atau $^{\circ}C$
T_i	Suhu saluran masuk kolektor	K atau $^{\circ}C$

Lanjutan

1	2	3
T_m	Suhu rata-rata (mean) fluida perpindahan panas	K atau $^{\circ}\text{C}$
T_A	Suhu atmosfer atau suhu radiasi udara setara	K
T^*	Penurunan suhu	—
U_o	Koefisien perpindahan panas normal dari kolektor	$U_o = 10 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$
U_m	Perpindahan panas keseluruhan dari kolektor	$\text{W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$
u_s	Kecepatan udara sekitar	$\text{m}^3 \cdot \text{m s}^{-1}$
V_f	Volume fluida da kolektor	
n	Efisien termal kolektor	—
n_o	Faktor Konversi (eta zero) (n pada $T^* = 0$)	
n_o	Nilai rata-rata dari yang diukur (eta zero)	
Δp	Beda tekanan fluida antara saluran masuk dan saluran keluar	Pa
Δt	ℓ Selang waktu	detik
ΔT	Beda suhu fluida antara saluran keluar dan saluran masuk ($T_e - T_i$)	K
θ	Sudut datang radiasi langsung surya	derajat
σ_e	Standar deviasi pada galat kurva	
τ	Konstanta waktu kolektor	detik
ρ	Berat jenis fluida perpindahan panas	kg m^{-3}

LAMPIRAN

KAMUS ISTILAH

1. Air potabel	: potabel water
2. Alat pengaman tekanan	: pressure relief device
3. Bahan bakar tambahan	: auxiliary fuel
4. Ketelitian	: accuracy
5. Udara ambien	: ambient air
6. Kolektor panas surya	: solar collector
7. Sudut datang	: angle of incidence
8. Bidang efektif	: aperture plane
9. Luas kolektor panas keseluruhan	: area gross collector
10. Sumber termal tambahan	: auxiliary thermal source
11. Berkas irradiasi	: beam irradiance
12. Kolektor panas bidang datar	: collector, flat-plate
14. Pemanas siklus tertutup pengganti kolektor	: collector loop heater
15. Komponen	: component
16. Pengendali	: control
17. Domestik	: domestic
18. Saluran sistem balik	: drain back
19. Sistem saluran buang	: drain down
20. Laju	: draw rate
21. Panjang ekivalen	: equivalent length
22. Pemindahan fluida	: fluid transport
23. Fraksi penghemat energi	: fractional energy saving
24. Penukar panas	: heat exchanger
25. Insolasi	: insulation
26. Irradiasi sesaat	: irradiance, instantaneous
27. Irradiasi rata-rata gabungan	: irradiance, integrated average
28. Udara luar	: outside air
29. Presisi	: precision
30. Pemanasan awal	: preheating
31. Alat pengaman tekanan	: pressure relief device
32. Piranometer	: pyranometer
33. Sabuk lingkaran	: shadow ring
34. Pirheliometer	: pyrheliometer
35. Panas matahari	: tenaga surya
36. Kolektor surya	: solar collector

37 Energi surya	: solar energy
38. Fraksi surya	: solar fraction
39. Radiasi surya	: solar radiation
40 Simulator surya	: solar simulator or
41 Waktu surya	: solar time
42 Puncak surya	: solar noon
43 Sistem pemanas air tenaga surya	: solar hot water system
44 Suhu stagnasi	: stagnation temperature
45 Udara standar	: standard air
46 Kondisi barometer	: standard barometric
47 Kondisi siap	: standby condition
48 Peralatan penyimpanan	: storage device
49 Sistem	: system
50 Kapasitas tangki	: tank capacity
51 Suhu udara ambien	: temperature, ambient air
52 Kemiringan	: tilt angle
53 Konstanta waktu	: time constant
54 Fluida pemindah	: transfer fluid
55 Termopil	: thermopile
56 Laju keluaran air	: water draw rate
57 Sistem tenaga surya dengan pemanas tambahan	: solar plus - supplement system
58 Sistem tenaga surya sebagai pemanasan awal	: solar pre-heated system
59 Sistem tenaga surya tersendiri	: solar only system
60 Sistem kolektor & penyimpanan terpadu	: integral collector storage system
61 Sistem termosifon	: Thermosiphon system
62. Sistem sirkulasi paksa	: forced circulation system
63 Sistem sirkulasi paksa langsung	: direct forced circulation system

